

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2002 年 12 月 12 日 (12.12.2002)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 02/099019 A1

(51) 国際特許分類⁷: C10M 169/04 // (C10M 169/04, 103:02, 103:06, 107:38, 129:18, 139:04, 149:14), C10N 10:06, 10:08, 10:12, 30:06, 40:02, 80:00

(21) 国際出願番号: PCT/JP02/03887

(22) 国際出願日: 2002 年 4 月 18 日 (18.04.2002)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2001-166899 2001 年 6 月 1 日 (01.06.2001) JP
特願2002-16023 2002 年 1 月 24 日 (24.01.2002) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒471-8571 愛知県 豊田市 トヨタ町 1 番地 Aichi (JP). ダウコーニングアジア株式会社 (DOW CORNING ASIA LIMITED) [JP/JP]; 〒100-0005 東京都 千代田区 丸の内一丁目 1 番 3 号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 加藤 慎治 (KATO, Sinji) [JP/JP]; 〒471-8571 愛知県 豊田市 トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 前田 蔵人 (MAEDA, Kuroudo) [JP/JP]; 〒471-8571 愛知県 豊田市 トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 伊藤 晃逸 (ITO, Kouitsu) [JP/JP]; 〒250-0851 神奈川県 小田原市 曾比字前田 2 6 7 7-1 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 大川 宏 (OHKAWA, Hiroshi); 〒450-0002 愛知県 名古屋市中村区 名駅 3 丁目 2 番 5 号 Aichi (JP).

(81) 指定国 (国内): CN, JP, KR, US.

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: DRY COATING LUBRICANT, SLIDING MEMBER COATED WITH DRY COATING LUBRICANT AND SLIDING MEMBER PATTERN-PRINTED WITH DRY COATING LUBRICANT

(54) 発明の名称: 乾性被膜潤滑剤、乾性被膜潤滑剤で被覆された摺動部材および乾性被膜潤滑剤でパターン印刷された摺動部材

(57) Abstract: At least one kind of coating modifier selected from polyamidimide resin, epoxysilane and epoxy resin, and at least one kind of hard particles selected from silicon nitride and alumina are impregnated into a dry coating lubricant. The coating layer of a dry coating lubricant is formed on the sliding surface of the base material of a sliding member, with the surface roughness of this coating layer set to up to 3 μ mRz in a ten point height of irregularities. The coating layer of a dry coating lubricant is formed on the sliding surface of the base material of a sliding member, the coating layer being formed in a film thickness of at least 10 μ m on at least part of the sliding surface of the base material.

(57) 要約:

乾性被膜潤滑剤に、ポリアミドイミド樹脂と、エポキシシランおよびエポキシ樹脂から選ばれる少なくとも 1 種の塗膜改質剤と、窒化珪素およびアルミナから選ばれる少なくとも 1 種の硬質粒子とを含ませた。また、摺動部材の母材の摺動面に乾性被膜潤滑剤の被覆層を形成し、この被覆層の表面粗さを十点平均粗さで 3 μ mRz 以下とした。また、摺動部材の母材の摺動面に乾性被膜潤滑剤の被覆層を形成し、この被覆層を母材の摺動面の少なくとも一部に 10 μ m 以上の厚膜で形成した。



WO 02/099019 A1

明細書

乾性被膜潤滑剤、乾性被膜潤滑剤で被覆された摺動部材および乾性被膜潤滑剤で
パターン印刷された摺動部材

技術分野

本発明は、摺動部材の表面を被覆して摺動部材の耐摩耗性、摩擦係数の向上を図る乾性被膜潤滑剤と、乾性被膜潤滑剤の被膜が形成された摺動部材および低摩擦係数で高耐摩耗性の摺動部材に関する。

背景技術

従来、摺動部材の表面を被覆して摺動部材の耐摩耗性、摩擦係数の向上を図るものとしては、樹脂バインダーと硬質粒子、固体潤滑剤を組合せた被膜に関しては、特開平10-37962号、特開平1-253553号、特開平4-83914号、特開平7-247493号、特開平7-97517号、特開平6-279708号、などに開示されている。これらは、対象とする摺動部材がアルミ合金軸受けに関するものである。

上記の潤滑剤を含む被膜を1コートで部材に塗布形成した場合には、十分な密着性が得られない場合があり、必要に応じ、密着性確保用のプライマーを予めコートした上で、潤滑剤を含む被膜をその上にコートする2コートタイプが一般的であるが、コートの工数の増加や費用上の問題がある。

また、母材としてアルミ合金やマグネシウム合金を用いる場合は、摺動特性が劣り、厳しい使用条件ではかじりや焼付きを起こしやすく摩擦係数も大きい為に、ニッケルメッキ、スズメッキや化成被膜処理を表面に施したり、熱硬化性樹脂に数種の固体潤滑剤を配合した乾性被膜潤滑剤を被覆することがなされており、この場合も処理費用が高くなるという問題があった。

さらに、部材のかじりや焼付きを防止するための固体潤滑剤を分散させた複合メッキは、効果はあるものの摩擦係数が大きく高価であり、厚膜とする場合はさらに仕上げ加工が必要であるために、アルミ合金には適用しにくい等の問題があ

る。

従来の熱硬化性樹脂に数種の固体潤滑剤を配合した組成物は、有効ではあるものの密着性が低く剥離しやすく、短期間に摩耗してしまうためにその効果を維持できないという不具合があり、摩滅及び剥離を前提にした構成とする必要があった。

本発明は上記の事情に鑑みてなされたもので、乾性被膜潤滑剤でありながらメッキ並の耐摩耗性と密着性を得ること。乾性被膜潤滑剤の被膜を形成する母材が、鉄でもアルミ合金、マグネシウム合金でも優れた密着性を得ること。乾性被膜潤滑剤の被膜表面の仕上がりを良くし、部材の低摩擦係数を得るとともに、硬質粒子を添加した被膜であっても相手材の摩耗を抑え、相手材を選ばず使用できるようにすること。乾性被膜潤滑剤で厚膜を実現し高耐摩耗性を確保するとともに、耐久性を確保できるようにすること。摺動材として必要最小限面及び面積にだけ被膜を形成させることで、境界潤滑領域を低減して摩擦係数を下げ、かつ使用する乾性被膜潤滑剤の使用量を低減して処理コストの低減を図り、ピストン、ピストンリング、シム、クラッチ等・潤滑下・無潤滑下も含め様々な用途に幅広く適用できるようにすることを提案する。

発明の開示

本発明の乾性被膜潤滑剤は、ポリアミドイミド樹脂と、エポキシシランおよびエポキシ樹脂から選ばれる少なくとも1種の塗膜改質剤と、窒化珪素およびアルミナから選ばれる少なくとも1種の硬質粒子とを有することを特徴とする。塗膜改良材としては、これにポリエステル変性シリコーン樹脂を併用してもよい。

また、前記塗膜改質剤はエポキシシランであることが好ましい。

本発明の乾性被膜潤滑剤は、ポリテトラフルオロエチレン、二硫化モリブデン、グラファイト、から選ばれる少なくとも1種の固体潤滑剤を含むことがこのましい。

本発明の摺動部材は、母材と、母材の摺動面に請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の乾性被膜潤滑剤を被覆形成した被覆層とを有し、該被覆層の表面粗

さは十点平均粗さで $3\mu\text{m Rz}$ 以下であることを特徴とする。

そして、前記母材の摺動面の表面粗さは十点平均粗さで $8\mu\text{m Rz}$ 以下であることが好ましい。

前記母材の摺動面は、超音波下で溶剤脱脂またはアルカリ脱脂され、および／またはウォータブラスト処理、ショットブラスト処理などにより鋭利な凹凸が形成されていることが好ましい。

前記被覆層は、組成の異なる前記乾性被膜潤滑剤を2層もしくは3層とし、各々の層に特徴ある特性を不要した構成としてもよい。

本発明の摺動部材は、母材と、母材の摺動面に請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の乾性被膜潤滑剤を被覆形成した被覆層とを有し、該被覆層は、該母材の摺動面の少なくとも一部に $10\mu\text{m}$ 以上の厚膜で形成されていることを特徴とする。

また、被覆層はパターン印刷で形成され、母材の摺動面の少なくとも一部に潤滑油の流れ方向に短冊状に $15\mu\text{m}$ 以上の厚膜で形成することが好ましい。

前記被覆層はスクリーン印刷で形成され、該スクリーン印刷は、スクリーンの目を $\#120$ 以下にし、スキージの接触角度を垂直もしくは垂直より傾斜させ、ワークの送り速度を 25rpm 以下にした条件で行われていることが好ましい。

前記摺動部材は、ピストン、シム、およびクラッチから選ばれることが好ましい。

本発明の乾性被膜潤滑剤は、ピストン、ピストンリング、シム、クラッチなどの潤滑下、無潤滑下も含めて様々の用途に幅広く適用でき、被覆層を形成する母材も特に選ばず広く適用できる有用な素材である。また被覆層が形成された摺動部材は耐摩耗性に優れ、摩擦係数も低く摺動部材として有用である。

図面の簡単な説明

図1はピストンのスカート部に実施例の乾性被膜潤滑剤の被膜をパタンコートした実施例である。

図2は実施例の乾性被膜潤滑剤の被覆層をスクリーン印刷にて1コートで厚膜

を得る印刷コート法を説明する説明図である。

図3は実施例の乾性被膜潤滑剤の被覆層をスクリーン印刷にて1コートで厚膜を得る印刷コート法を説明する他の例の説明図である。

図4は実施例の乾性被膜潤滑剤の被覆層をスクリーン印刷にて1コートで厚膜を得る印刷コート法を説明する他の例の説明図である。

図5は実施例の乾性被膜潤滑剤の被覆層をスクリーン印刷にて厚膜とした場合の被覆層の平滑化を示すグラフである。

発明を実施するための最良の形態

本発明の乾性被膜潤滑剤は、樹脂バインダーとして熱的に安定で高耐摩耗性、及び高密着性を有するポリアミドイミド樹脂と硬質粒子と塗膜改質剤とを含む。この乾性被膜潤滑剤には、固体潤滑剤、ポリエステル変性シリコーン樹脂を必要に応じて併用してもよい。さらに、必要に応じて色素を添加し着色してもよい。この乾性被膜潤滑剤の被膜が形成された部材は、高耐摩耗性、高密着性、低摩擦係数に優れた摺動部材として使用できる。

本発明の乾性被膜潤滑剤は、ポリアミドイミド樹脂を主成分とし、ポリアミドイミド樹脂の塗膜改質剤と硬質粒子とを含む。

乾性被膜の基礎となる形成樹脂としては、耐熱性、密着性に優れた公知のポリアミドイミド樹脂を使用する。ポリアミドイミド樹脂としては、母材のコート用に用いられている市販のものが利用できる。

ここで塗膜改質剤というのは、硬質粒子と固体潤滑剤と樹脂バインダーからなる塗布被膜の、特に樹脂バインダーのポリアミドイミド樹脂の特性を向上させ乾性被膜潤滑剤の物性を向上させるための添加物を指すものである。

塗膜改質剤としては、エポキシ樹脂とエポキシシランとを単独であるいは2種類を併用して利用できるが、エポキシシランを用いることがより好ましい。また、これにポリエステル変性シリコーン樹脂を併用しても良い。

エポキシ樹脂の添加量は、ポリアミドイミド樹脂100体積部に対しエポキシ樹脂を0.5～10体積部の範囲で添加するのが乾性被膜潤滑剤を耐摩耗性及び

密着性を向上させるのに好ましい。配合量が0.5体積部未満であると添加効果が認められないので好ましくない。また10体積部を超えると耐摩耗性および密着性を逆に低下させるので好ましくない。

エポキシ樹脂は、液状タイプのポリアミドイミド樹脂と相溶性がよい。このため塗膜改質剤としてエポキシ樹脂を用いる場合は、アルミニウム表面になじみやすくポリアミドイミド樹脂の密着性を助けるとともにポリアミドイミド樹脂との反応（ポリアミドイミド樹脂自体の縮合反応）により、耐摩耗性を向上させることができる。

エポキシシランは、固体潤滑剤及び硬質粒子のポリアミドイミド樹脂に対する分散性を向上させることができる。すなわち、エポキシシランは液状で無機構造を有しており、アルミナなどの無機固体と親和性があり、また有機基を有している。このため塗膜改質剤としてエポキシシランを用いる場合は、ポリアミドイミド樹脂と無機固体との分散性が向上する。さらにエポキシシランもまたエポキシ基をもっているため密着性も向上する。

エポキシシランの添加量は、ポリアミドイミド樹脂100体積部に対し、0.5～5体積部の範囲が好ましい。添加量が0.5体積部未満では添加効果が得られないので好ましくない。添加量が5体積部を超えると効果が得られなくなるので好ましくない。

ポリエステル変性シリコーン樹脂は、ポリアミドイミド樹脂100体積部に対し、1～12体積部を添加することが好ましい。このポリエステル変性シリコーン樹脂を塗膜改良材として併用すると、被膜表面仕上がりとしての表面粗さを小さくすることができ、低摩擦係数の乾性被膜潤滑剤を得ることができる。

ポリエステル変性シリコーン樹脂は、特にスプレーコート品での表面仕上がりを良好にし低摩擦係数を得る添加剤である。ポリアミドイミド樹脂との相溶性は小さく、ポリアミドイミド樹脂とは反応しない。しかし、塗膜形成時にポリアミドイミド樹脂の表面に薄いシリコーン膜を形成し、シリコーン特有の界面張力を下げる性質により塗膜のレベリング性を改善し、塗膜を平滑にする効果がある。

その他のフェノール樹脂、メラミン樹脂等ではポリエステル変性シリコーン樹脂のような効果が得られないため好ましくない。フェノール樹脂、メラミン樹脂

等が効果が無いのは、ポリアミドイミド樹脂との相溶性が無くポリアミドイミド樹脂との反応も無いため、樹脂バインダー中で異物としての存在しているためと考えられる。

硬質粒子としては、耐摩耗性および相手材摩耗のバランスからモース硬度9のアルミナや窒化珪素を使用することが好ましい。硬質粒子の硬度が、これより高いと相手摩耗が大きくなり、逆に硬さが低いと耐摩耗性向上効果が不十分となり好ましくない。窒化珪素 (Si_3N_4) やアルミナ (Al_2O_3) は単独、または2種類以上を併用して使用しても良い。

硬質粒子は、平均粒子径が0.1~5 μm の範囲で望ましくは2 μm 以下がより好ましい。粒子径が0.1 μm 未満であると耐摩耗性及び密着性を低下させるため好ましくない。また粒子径が5 μm を超えて大きくなると相手材の摩耗を大きくするので好ましくない。耐摩耗性を保ち、かつ相手材の摩耗を抑えるためには、硬質粒子の平均粒径が細かいだけでなく粒度分布がシャープに揃っている事が要求され、そろっていないと特性にバラツキが発生するので好ましくない。

硬質粒子の添加量は、ポリアミドイミド樹脂100体積部に対して、1~15体積部、望ましくは5~10体積部である。特に、低摩擦係数とするには2体積部、高耐摩耗性には6~9体積部とするのがより好ましい。

硬質粒子の形状としては、燃焼法等で製造される球状のものが相手攻撃性も低く、最も望ましく、気相成長で製造される塊状が次に良い。次いで破碎法で製造される破碎粉が好ましい。

本発明の乾性被膜潤滑剤には、さらに固体潤滑剤を添加することができる。

固体潤滑剤としてはポリテトラフルオロエチレン (PTFE)、二硫化モリブデン (MoS_2)、グラファイトなどを単独或いは併用して使用することができる。特に、ポリテトラフルオロエチレンの使用が望ましく、乳化重合、懸濁重合あるいは粉碎等の製法で造られたものが用いられる。

固体潤滑剤の添加量は、ポリアミドイミド樹脂100体積部に対して、1~12体積部、望ましくは1~6体積部の使用が推奨される。

潤滑下で試用する摺動部材としての固体潤滑剤の添加は、耐摩耗性を低下させ摩擦係数を増大させるためには、配合量は少ないほうがよく上限を12体積部と

するのが好ましい。一方、無潤滑下では、耐摩耗性を向上し摩擦係数を低下させるため、下限を1体積部とするのが好ましい。

添加する固体潤滑剤は、粒度が細かくしかも少量で効果のある事が必要で、平均粒子径が $5\mu\text{m}$ 以下のものを用いることが好ましい。

本発明の乾性被膜潤滑剤の被膜は、ピストン、ピストンリング、シム、クラッチ等、潤滑下・無潤滑下も含め様々な用途の部材に幅広く適用できる。乾性被膜潤滑剤をコーティング加工する母材の種類も特に選ばず広く適用することができる。

本発明の摺動部材は、母材の摺動面に前記の乾性被膜潤滑剤をコーティングして被覆層を形成した部材であり、被覆層の表面粗さが十点平均粗さで $3\mu\text{mRz}$ 以下である部材である。この摺動部材は、摺動する相手材摺動面の表面粗さを十点平均粗さで $3\mu\text{mRz}$ 以下としたものと組合せることにより、特に低摩擦係数を示す。

母材は、通常用いられるような、表面粗さが十点平均粗さで $8\mu\text{mRz}$ 以下程度のものを用いることもできるし、母材の摺動面が十点平均粗さで $3\mu\text{mRz}$ 以下に仕上げられたものを用いることもできるし、母材の摺動面を鏡面化して十点平均粗さで $0.5\sim1.5\mu\text{mRz}$ 程度の表面粗さにしたものを用いることもできる。また、被覆層が使用中に剥がれたり摩滅した場合を想定して、摺動部材と相手材との引き摺りや焼き付きを防ぐための条痕を母材の摺動面に設けることもできる。

摺動面の表面粗さが十点平均粗さで $8\mu\text{mRz}$ 以下程度のものを用いる場合や、母材の摺動面に条痕を設ける場合は、乾性被膜潤滑剤を厚膜にコーティングして $10\sim50\mu\text{m}$ の膜厚で被覆層を形成することで、被覆層の表面を平滑化することができ、表面粗さが十点平均粗さで $3\mu\text{mRz}$ 以下の被覆層を得ることができる。

母材の摺動面を十点平均粗さで $3\mu\text{mRz}$ 以下に仕上げたものや母材の摺動面を鏡面化したものを用いる場合は、被覆層の膜厚をやや薄くしても、例えば $5\sim30\mu\text{m}$ 程度の膜厚にしても被覆層の表面粗さを十点平均粗さで $3\mu\text{mRz}$ 以下とすることができる。

乾性被膜潤滑剤の母材へのコーティング手順は、母材の摺動面を十点平均粗さで $3\mu\text{m Rz}$ 以下に仕上げる場合を例に挙げると、例えば、研磨加工とか旋盤加工等の通常の加工により母材の摺動面を十点平均粗さで $3\mu\text{m Rz}$ 以下に仕上げる。次いで、超音波をかけながら溶剤脱脂、アルカリ脱脂等によりコーティング面の油分及び汚れを除去した上で、 $60\sim 80^\circ\text{C}$ 程度に母材を予熱し、次いでエアースプレーとかスクリーン印刷等により膜厚 $5\sim 30\mu\text{m}$ となるように塗布し、予備乾燥してレベリング後、 $180^\circ\text{C}\times 90$ 分、 $200^\circ\text{C}\times 20$ 分等の条件で焼成・硬化する。すると、後加工無しに被膜表面粗さを十点平均粗さで $3\mu\text{m Rz}$ 以下にした摺動部材が得られる。

母材の摺動面の表面粗さが十点平均粗さで $8\mu\text{m Rz}$ 以下程度のものを使用する場合は、上述と同じ乾性被膜潤滑剤を用いて、コーティング時に膜厚が $10\sim 50\mu\text{m}$ となるように乾性被膜潤滑剤を塗布する以外は、上述の手順にしたがった手順でコーティングを行うことで、後加工無しに被覆層の表面粗さを十点平均粗さで $3\mu\text{m Rz}$ 以下にした摺動部材を得ることができる。

焼成条件は前記に限定されず、低温にするほど長時間処理となり、高温にするほど短時間処理となる。

前記の脱脂方法として、超音波をかけながら溶剤脱脂、アルカリ脱脂等を行う以外は、ウォータブラスト処理、ショットブラスト処理等により $30\mu\text{m}$ 前後の鋭利な凹凸の新生面を形成させると乾性被膜潤滑剤は、メッキ並の高密着性を得ることができる。

本発明の乾性被膜潤滑剤を摺動面に適用するに際し、乾性被膜潤滑剤は摺動面全面にコーティングすることもできるし、摺動面の一部にコーティングすることもできる。

乾性被膜潤滑剤を摺動面全面にコーティングする場合はコーティング工程における工数を少なくすることができる。また、一部にコーティングする場合は、必要最小限の面積にコーティングすることでこの乾性被膜潤滑剤に要するコストの低減を図ることができ、さらに、相手材との摺動面が小さくなることから摩擦係数を小さくすることができる。そして、摺動面の一部、および潤滑油の流れを良くするために潤滑油の流れの方向に膜厚 $20\mu\text{m}$ 前後で短冊形状にパターン印刷

コートすることによって流体摩擦を低減した低摩擦係数ので低コストな摺動材を得ることもできる。

本発明の乾性被膜潤滑剤は、上記した各材料の組成範囲内で、組成の異なる乾性被膜潤滑剤を2層もしくは3層で摺動部材にコーティングしても良い。

例えば、母材側に硬質粒子を多く含む第1層（耐摩耗層）を形成し、次いで第1層の上面に硬質粒子を少し含む第2層（なじみ層）を設けても良い。

また、母材側に硬質粒子と固体潤滑剤を多く含む第1層（接着層・耐摩耗層）を形成し、次いで第1層の上面に硬質粒子を少し含む第2層（なじみ層）を設けても良い。

さらに、母材側に硬質粒子を多く含む第1層（耐摩耗層）を形成し、次いで第1層の上面に多くの固体潤滑剤と少しの硬質粒子を含む第2層（無潤滑下対応、焼付き対応の層）を設けても良い。

本発明の乾性被膜潤滑剤をコーティングする母材は、特に限定されないが、鋳鉄、鋼、各種アルミ合金、マグネシウム合金、チタン合金等を用いることが好ましい。

母材として、耐摩耗性を確保する為に、硬質な晶出物を含む合金とか硬質成分（硬質粒子、硬質繊維）で強化したアルミ合金及びマグネシウム合金を用いる場合でも、本発明の乾性被膜潤滑剤では硬質粒子の粒径及び添加量を適宜選択することで柔軟に対応することができる。

一般にスクリーン印刷コートで厚膜を得るのは、印刷剤と印刷条件で決まるが、厚膜の形成は特殊な領域である。通常条件で厚膜を得るのは、特殊印刷剤の場合に限られる。

しかし、本発明の乾性被膜潤滑剤の組成では以下の方法を採用することで、スクリーン印刷コートで1コートでも厚膜にすることができる。例えば、

(1) スクリーン目を粗くし（＃120）、ゴムスキージを固定治具より5～30mm突き出させ、スクリーンとの接触角度を垂直もしくは垂直から35～70°傾斜させワークの送り速度を5rpmとゆっくり印刷する。

(2) スクリーンの目を粗くし（＃80）、スキージを固定治具より突出させ、スクリーンとの接触角度を垂直もしくは垂直から35～70°傾斜させワークの

送り速度を15rpmと比較的ゆっくり印刷する。などの方法である。

スキージは(1)のようなゴム製のものを用いることもできるし、それ以外の材質のもの、例えばウレタン製の30~100の硬度を有する材質のものを用いることもできる。

また、スキージは、スクリーンとの接触面が平状に形成されたものを用いることもできるし、剣状に形成されたものを用いることもできる。

(1)のような条件では、ワークの送り速度が(2)と比較して3倍程度遅い条件であるが、15 μ m以上の厚膜を形成することが可能である。

(2)のような条件では、ワークの送り速度が(1)と比較して3倍程度早いことから、製造の効率を向上させつつ10 μ m以上の厚膜を形成することができる。

乾性被膜潤滑剤の膜厚は、これらの条件の組合せを適切に選定する事によって得られる。

<実施例>

以下、実施例により具体的に説明する。

(被膜形成)

15重量%のポリアミドイミド樹脂を溶解したN-メチルピロリドン溶液に対して、表1に示す実施例1~15、比較例1~17の各配合で硬質粒子、軟質粒子、塗膜改質剤、固体潤滑剤をポリアミドイミド樹脂100体積部に対する各体積部添加して攪拌混合した。次いで、ボールミル或いは3本ロールで混合して、固形物がN-メチルピロリドン溶液に均一分散した各乾性被膜潤滑剤を得た。

乾性被膜潤滑剤のコーティング方法は、コーティング条件に応じ、最適有機溶剤の選定と最適粘度への調整により、コーティング作業性に優れた組成物とした。

コーティングの一連の作業は、コーティング加工面を、予めアルカリ脱脂或いは有機溶剤脱脂したアルミニウム合金製のテストピースに、膜厚が10~30 μ mとなるようにエアースプレーによって塗布し、60℃×10分間の予備乾燥後、180℃×90分の条件で焼付け・硬化し、実施例および比較例の被膜を得た。

【表1】

種類	No.	固体潤滑剤			硬質粒子				軟質粒子	塗膜改質剤			試験結果			
		PTFE	MoS ₂	グラファイト	アルミナ	珪素	粒径	粒径		エポキシ樹脂	シリコン樹脂	変性シリコン樹脂	その他	摩耗深さ μm	厚膜品 煮沸下 密着性	潤滑下 摩擦係数
実施例	1	100	5	-	-	-	6	-	-	0.8	3	-	-	3.0	-	0.030
	2	100	-	-	-	-	-	-	-	-	3	8	-	4.3	-	0.024
	3	100	-	-	-	-	-	6	-	-	3	-	-	4.0	◎	0.035
	4	100	3	-	-	-	-	3	-	-	3	-	-	3.9	-	0.037
	5	100	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	4.1	-	0.034
	6	100	5	-	-	-	-	6	-	-	3	-	-	4.1	◎	0.039
	7	100	-	-	-	-	-	-	-	0.8	3	-	-	3.3	◎	0.030
	8	100	-	-	-	-	-	-	-	8	3	-	-	3.1	-	0.032
	9	100	-	-	-	-	-	-	-	0.8	-	8	-	4.3	-	0.021
	10	100	-	-	-	-	-	-	-	0.8	-	8	-	3.8	-	0.026
	11	100	-	-	-	-	-	-	-	0.8	-	-	-	4.1	-	0.039
	12	100	-	-	-	-	-	-	-	0.8	-	-	-	3.6	-	0.037
	13	100	5	-	-	-	-	6	-	0.8	3	-	-	2.0	◎	0.031
	14	100	-	-	-	-	-	6	-	0.8	3	-	-	1.9	◎	0.018
	15	100	-	-	-	-	-	9	-	0.8	3	-	-	2.1	◎	0.026
比較例	1	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.4	-	0.047
	2	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.8	-	0.047
	3	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.9	-	0.045
	4	100	5	-	-	-	-	6	-	-	-	シランA3.0	-	6.7	×	0.086
	5	100	5	-	-	-	-	6	-	-	-	シランB3.0	-	7.7	×	0.099
	6	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	メラミン樹脂8.0	0	10.0	×	0.056
	7	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	フェノール樹脂8.0	-	8.9	×	0.043
	8	100	BN(SP-2)3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.6	-	0.056
	9	100	ポリエチレン8.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.4	-	0.049
	10	100	シリカゲル 3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.6	-	0.048
	11	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.9	×	0.052
	12	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.2	×	0.042
	13	100	5	-	-	-	-	6	-	-	-	シランB3.0	-	-	×	0.086
	14	100	5	-	-	-	-	6	-	-	-	シランC3.0	-	-	×	0.099
	15	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35.2	×	0.067
例	16	100	4.3	6.6	1.4	-	-	-	-	-	-	-	-	13.2	△	0.049
	17	鉄メッキ														
		アルミニウム合金 AC8P・T6														
		26.4														
		0.010														

シランA： γ -グリシドプロピルトリメトキシシラン（エポキシシラン）

シランB： γ -メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン

シランC：エチルシリケート

エポキシ樹脂：エピコート828

乳化PTFE：平均粒子径4 μ m（一次粒径0.1～0.2 μ m）

BN：粒子径0.8 μ m

合格：◎；損傷皆無。○；ピンホール状の小さな損傷がわずかに発生。

不合格：△；小さい剥離あり。×；面状の剥離発生。

<各特性の評価方法>

（1）摩耗試験：LFW1摩耗試験機を用い、試験片はテストブロック側に実施例の被膜及び比較例の被膜を適用した。相手となるテストリング側の材質はA390・T6及び片状黒鉛鋳鉄FC230の研磨加工品を用いた摩耗試験である。

試験後に、テストブロック上の被膜の摩耗深さを測定し、比較評価を行った。試験条件は、回転数；160rpm、荷重；15kg、潤滑油；SAE5W30ベースオイル、試験時間；30分間、温度；室温で開始し以後なりゆき温度である。

（2）摩擦試験：機械試験所型摩擦摩耗試験機を用い、下側30角平板試験片側に本実施例の被膜材及び比較例の被膜材をも用い、相手材となる上側円筒試験片側には、A390・T6及び片状黒鉛鋳鉄FC230を用いた摩擦試験である。試験条件は、回転数；20～1000rpm、荷重；50kg一定、潤滑油；5W30ベースオイル、試験時間；40分間、温度；室温で開始し以後なりゆき温度である。摩擦係数は、各回転数での平均値を求め、ついで全回転数の平均値を算出した。

（3）密着試験：アルミ合金に本実施例の被膜材及び比較例の被膜材を形成させた試験片を、予め60分間煮沸しておく。次に、この試験片を油圧式密着性試験機にて、円筒状の試験片の場合にはこれを回転させながら所定の油圧のオイルジェットを垂直に当て一定の速度で移動させながらコーティング面全体にあてる。試験後に、本被膜表面の剥離の有無を目視観察し、剥離の有無及び程度を比較評価した。試験条件は、油圧；2000kg/cm²、温度；室温である。

損傷の大小は、次の記号で表現した。小（優）：◎＜○＜△＜×：大（劣）
（４）表面粗さ：通常の表面粗さ計にて測定した。十点平均粗さ $\mu\text{m Rz}$ にて評価した。

（摩耗）

表１に示したように、硬質粒子と塗膜改質剤を配合して被膜強度を向上させたことにより各実施例では摩耗量が、各比較例と比べて少なくなっている。

特に硬質粒子に窒化珪素、塗膜改質剤にエポキシ樹脂とエポキシシランを配合した実施例７、硬質粒子に窒化珪素、塗膜改質剤にエポキシ樹脂と変性シリコーン樹脂を配合した実施例１０、硬質粒子にアルミナ、塗膜改質剤にエポキシ樹脂とエポキシシランを配合した実施例１４は摩耗深さが浅く、潤滑下摩擦係数も低くさらに厚膜品煮沸下の密着性も良好であった。さらに固体潤滑剤にＰＴＦＥを加えた実施例６、実施例１３も同様に良好であった。

実施例２、８は塗膜改質剤の添加量の上限の場合、実施例１１、１２は塗膜改質剤の添加量の下限の場合であり、実施例１５は硬質粒子の添加量の上限で、実施例９、１１が硬質粒子下限の場合でありいずれも有効であることが分かる。変性ポリエステルシリコーン樹脂を配合した実施例９、１０も摩耗量が少なく摩擦係数も低く有効であることを示している。硬質粒子のアルミナの粒子径を変化させた実施例１、３、４、７、１３、１４、１５も摩耗量は小さく粒子径による影響は少ないことを示している。さらに、固体潤滑剤のＰＴＦＥを配合した実施例１、４、６、１３も添加効果を示している。

一方、比較例１～３の塗膜改質剤を添加せず、固体潤滑剤を配合した場合には摩耗量が大きくなった。比較例４～７の本発明で特定した以外の樹脂を配合した場合も摩耗量が大きく、密着性が不良であることを示しており、本発明の塗膜改質剤が有効であることが分かる。比較例８～１０の固体潤滑剤以外の添加剤を配合した場合も摩耗量が大きく、摩擦係数も大きい。比較例１１の塗膜改質剤のエポキシ樹脂の配合量を１６体積％と多くすると摩耗量が増え密着性も低下している。比較例１２の硬質粒子のみで他の添加剤を配合しない場合は、摩耗量も大きく密着性が不良となる。比較例１３、１４は塗膜改質剤に本発明で特定した変性シリコーン樹脂以外のシリコーン樹脂を配合した場合は、密着性が不良で摩擦係

数も大きい。比較例15、16は固体潤滑材とポリアミドイミド樹脂のみの場合で摩耗量、摩擦係数も大きくなる。比較例17は母材に鉄メッキをした場合で密着性などの特性は優れているが乾性被膜潤滑剤に比べて工数が多くなりコスト上昇となる。表1の最下段は被膜を形成していない母材そのものの測定値である。

固体潤滑剤だけの添加の比較例15、16は、ベースのポリアミドイミドの耐摩耗性を改善も悪化もさせる。

真球状アルミナの添加は耐摩耗性を向上させる。

硬質系粒子のアルミナ、 SiN_4 以外の軟質粒子(SiO_2 、 ZnS 、 CaF_2)を併用添加した比較例1、2、3、の場合は、摩耗深さが $10\mu\text{m}$ 以上となり耐摩耗性を向上させない。また比較例8、9、10の固体潤滑剤(BN (SP-2)、ポリエチレン、シリカゲル)を併用添加した場合も耐摩耗性を向上させない。

また塗膜改質剤としてのメラミン樹脂、フェノール樹脂の添加(比較例6、7)は、密着性と耐摩耗性を向上させない。

また、比較例4、5、13、14に示すように、塗膜改質剤にエポキシ樹脂、エポキシシラン以外の類似添加剤を用いた場合では、密着性、耐摩耗性が向上しない。

したがって、硬質粒子と塗膜改質剤を適宜選択し乾性被膜潤滑剤の被膜強度を向上させることによって、耐摩耗性を向上させることができることが分かる。

ポリアミドイミド樹脂に配合される塗膜改質剤および硬質粒子の添加量が過多になると逆効果となる為、これらの添加量には最適値が存在する事になる。

硬質粒子は、耐摩耗性向上効果が得られる硬さの硬質粒子で、被膜にしっかり保持できる形状で、被膜の強度を低下させない程度の粒径および量で、しかも相手を摩耗させない粒径であることが必要であることが分かる。

(密着性)

乾性被膜潤滑剤の被膜において、被膜の欠陥部やポリアミドイミドの吸湿性に起因して乾性被膜潤滑剤の被膜と母材との界面に空気中の水分が侵入する場合があります、この場合乾性被膜潤滑剤の被膜と母材との密着性が損なわれる場合があります。したがって、本実施例および比較例の評価では事前に1時間の煮沸処理を行った後に密着性の評価をおこなった。

また、樹脂被膜の密着性は被膜の膜厚が大きくなると被膜の剛性が高くなるため、母材の弾性変形を伴うような大きな負荷が作用する条件では、被膜に対する密着性はより大きいことが必要となってくる。そこで本実施例の評価では20 μ mの膜厚での評価を行った。

硬質粒子の添加量の合計には適正值があり、ある程度の添加量までは、被膜中欠陥の減少及び被膜剛性の適度な低下により向上するが、限度を超えると逆効果になり低下させる。同様に、添加量が少なすぎても十分な密着性は得られない。

密着性には、母材の前処理が大きく影響することから、前処理を行わず被膜形成を行った場合には密着性が低めとなる材料を用いる場合でも、前処理を行うことである程度カバーすることが可能である。前処理としては、例えば後述のように脱脂工程において超音波をかけながら脱脂を行うと、細かい凹凸に潜んでいた汚れを除くことが可能であり、密着性を向上させることができる。

(潤滑下での摩擦係数)

表面の凸部で油膜切れを引き起こすような条件で使用されている摺動部材において、相対する2面の表面を平滑にするとともに摺動によって平滑を維持できる構成とすることで摩擦係数を低くすることができる。この場合、摺動によって平滑化する材料を用いることで摺動部材の摩擦係数は低摩擦係数となる。

被覆層の表面を滑らかな仕上がりにするには、添加剤の粒径が細かいことが重要で、硬質粒子および固体潤滑剤の粒径は他の特性を確保できる範囲内で、より小さくすることが必要である。また、添加量もすくなくより滑らかに仕上がるために、摺動部材は低摩擦係数となる。

被覆層の表面を滑らかに仕上げる添加剤としては、実施例9、10のように変性シリコーン樹脂の添加が効果があり、これらの添加剤を用いることで摺動部材が低摩擦係数となることが分かる。

(表面粗さ小による低摩擦係数化)

混合潤滑及び境界潤滑下で摺動する摺動部材の摩擦係数は、表面粗さが小さくなるほど低摩擦係数になる傾向がある。

摺動面の表面粗さが大きいほど形成される油膜を破断する割合が大きく、凝着部の割合が大きく、それを破断する力が大きくなるためである。

比較例16は、表面粗さ大の割に摩擦係数が著しく大きくならないのは、凝着部破断に要する力が小さい材料の為である。これは、比較例16の表面粗さ大が添加剤としての MoS_2 の粒径が大きいことによるものである

本実施例2（表1中の2）は、母材の表面粗さよりも被覆層の表面粗さが小さくなる事及び摺動により自身及び相手材の表面粗さを小さくする特性により低摩擦係数となる。

ただ、表面粗さが十点平均粗さで $3\mu\text{mRz}$ を超えると上記摺動により自身及び相手材の表面粗さを小さくする特性が発揮されないため、低摩擦係数にはならない。

【表2】

材料	母材 $3\mu\text{mRz}$ 上 被膜粗さ	相手材粗さ		
		$1\mu\text{mRz}$	$2\mu\text{mRz}$	$5\mu\text{mRz}$
AC8P・T6	$3\mu\text{mRz}$	0.067	0.103	0.11
比較例 16	$10\mu\text{mRz}$	0.049	0.062	0.09
実施例 2	$1.5\mu\text{mRz}$	0.018	0.028	0.08

注：AC8P・T6はアルミニウム合金

表2は、アルミニウム合金のAC8P・T6と、乾性被膜潤滑剤組成（ポリアミドイミド100体積部、PTFE（粒径 $4\mu\text{m}$ ）4.3体積部、 MoS_2 （粒径 $7\mu\text{m}$ ）6.6体積部、グラファイト1.4体積部の比較例16と実施例2の乾性被膜潤滑剤組成での摩擦係数を比較したものである。

（下地処理と高密着化）

本発明の乾性被膜潤滑剤のように固形分の少ない組成では、母材の下地の微細な欠陥および微細な凹み部に潜む汚れがあると、そのために被膜の密着性が損なわれ最悪の場合は印刷材がはじかれてしまい被膜の欠陥となってしまう。そこで予め母材の表面を超音波をかけて通常のアルカリ脱脂などを行えば、上記の汚れが容易に除去でき不具合の発生を防ぐことができる。

さらに母材の下地加工として、ウォータブラスト処理及びショットブラスト処理により鋭い凹凸を設けると、本発明の乾性被膜潤滑剤は固形分が小さくしかも

ポリアミドイミド樹脂および添加剤が浸透性が良いために、この鋭い凹み部に良く入り込みアンカー効果を発揮して、メッキ並みの高密着性を得ることができる。これをまとめて表3に示した。

【表3】

下地処理	母材仕上げ		
	研磨品	ウオータ プラスト処理	ショット プラスト処理
浸漬アルカリ脱脂	△	◎	◎
浸漬・超音波アルカリ脱脂	◎	◎	◎

(パターンコートによる低摩擦係数化)

スクリーン印刷では、膜厚を制御した上で、図1に示すようなパターンコートを行うことが出来る。パターン形状には、制限はあまりないので、特性から形状を決めることが重要である。

図1では、この点に着目したものである。ピストンスカートを例にとりてパターンコート効果を説明すれば、高回転で運転される時には、上下死点の一瞬を除けば流体潤滑であり摺動面積（樹脂コート面積）を小さくした方がピストンを動かすためのフリクションが低下し、燃費を向上させる事ができる。

流体摩擦は、流体の剪断力＝剪断速度（回転数に比例、スキマに反比例）×摺動面積で現されるため、例えば樹脂コート有無で実現するならば、樹脂コート膜厚が厚いほど流体摩擦は小さくなる。摺動面積（樹脂コート面積）を小さくする際、図1に示す如く摺動方向（潤滑油の流れ方向）と並行にすると潤滑油がスムーズに流れるため、摺動面積の縮小効果が十分得られる。したがって、本実施例の被膜を厚膜で複数の短冊形にコートし摺動面積を小さくすることのフリクション低減効果を最も大きくすることができる。

(被膜の多層化)

本発明の乾式被膜潤滑剤は、スプレーコート、スクリーン印刷コートともに、第1層をコートした後に、例えば60℃×5分間程度乾燥すれば、その上に第2層をコートする事が出来る。塗布表面に汚れがつかないようにしてコーティング加工と乾燥を繰り返せば多層コートが可能であり、密着性を低下させる等の不具合無しに多層コートが実現できる。

本発明の乾性被膜潤滑剤の組成範囲内で組成を変化させて、低摩擦係数・高耐摩耗性・高密着性各々に優れた特性を各層に配置すれば、各層の優れた特性を付与した形の摺動部材とすることが出来る。

(相手材との組合せでの特性)

本実施例2の被膜試料と比較例16の被膜試料について相手材に対する特性を調べた。

試験法は、機械試験所型摩擦摩耗試験機を用い、なじみ運転：1000rpm×25kg×5min、本試験：1000rpm×25kgup/1min、潤滑：5W30ベースオイルの油浴の条件で行った。

摩擦係数=0.15以上に急激に上昇した時点で試験を中止し、その荷重を焼付き荷重とした。また、試験終了後の摩耗量で摩耗の良否を比較した。結果を表に示した。

相手材として摩擦係数の低い順序は、アルミMMC<FC230<A390・T6の順で高くなった。アルミMMC材が最も低い摩擦係数を示したのは、微細な硬質成分が均一に分散した材料であるため、自身及び相手材ともに摺動によって摺動面が鏡面化するために最も低摩擦係数になったと思われる。

次いで、低摩擦係数なのがFC230であるが、これは、硬質成分を含まないために、自身および相手材とともに摺動面の鏡面化が進みにくく、前記のアルミMMC材ほど低摩擦係数にはならなかったと思われる。

A390・T90（高Siアルミ合金）は、耐摩耗性確保のために硬質成分として平均粒径30μm強の初晶Siが分散しているために、自身が傷つけられるため最も摩擦係数が大きくなる。

磨耗量は、次の順序にA390・T6>アルミMMC>FC230で小さくなる。結果を表4に示した。

本実施例の被膜は、平均焼付、摩擦係数、平均摩耗深さの3点を比べると相手材を変えても他のFePメッキなどの被膜と遜色ない特性を有していることが分かる。

【表4】

相手材材質	平板試片 材質	膜厚 (μm)	平均焼付 荷重(kg)	摩擦係数 200kg	平均摩耗 深さ(μm)
アルミMMC	実施例2	20	>500	0.012	6.0
アルミMMC	FePメッキ	20	425.0	0.040	3.1
アルミMMC	比較例16	10	275.0	0.019	90.0
アルミMMC	AC8P・T6	-	262.5	0.067	23.0
FC230	実施例2	20	>500	0.015	1.0
FC230	比較例16	10	>500	0.033	9.0
FC230	AC8P・T6	-	281.3	0.055	2.0
A390・T6	実施例2	20	>500	0.022	9.0
A390・T6	FePメッキ	20	387.5	0.050	5.0
A390・T6	比較例16	10	250.0	0.060	110.0
A390・T6	AC8P・T6	-	237.5	0.080	26.0

(スクリーン印刷で厚膜を得る方法)

また、通常のスクリーン印刷コート法では、スクリーン目が#250、接触角が垂直(傾斜角 0°)、ワークの送り速度が25rpmであり、実施例の組成物を厚膜コートするのが困難なため、本発明条件(1)においては、スクリーン目を粗くし(#120)、図2および図3に示すようにゴムスキージ1を固定治具2より15mm突き出させ、ゴムスキージ1とスクリーン3との接触角度を垂直から 35° 傾斜させ(図2)ワーク4の送り速度を5rpmとゆっくり印刷することで印刷材5を厚膜とすることができる。またゴムスキージ1の固定条件の別条件としては、図3に示すように固定治具2より5mm突き出させスクリーン3との接触角度を垂直から 70° 傾斜させ固定治具を加圧する条件でも同様に乾性被膜潤滑剤からなる印刷材5'が厚膜にコートされる。また、本発明条件(2)においては、スクリーン目を粗くし(#120)、図4に示すように剣状のスキージ6を固定治具より10mm突出させ、スキージ6とスクリーン7との接触角度を垂直とし、ワークの送り速度を15rpmと比較的ゆっくり印刷することで乾性被膜潤滑剤からなる印刷材8を厚膜とすることができる。

乾性被膜潤滑剤の膜厚は、これらの条件の組合せを変えることにより形成できる。表5にこれをまとめて示した。

【表5】

スクリーン印刷コート条件		通常条件	本発明条件(1)		本発明条件(2)
ステンレススクリーンメッシュ		#250	#120	#120	#120
印刷速度		25rpm	5rpm	5rpm	15rpm
スキージ形状		剣先	平	平	剣先
スキージ厚		6mm	6mm	6mm	6mm
スキージ突き出し量		10mm	5mm	15mm	10mm
スキージ取付け角度		0°	70°	35°	0°
スキージ押し込み量		1mm	3mm	3mm	1mm
樹脂被膜 膜厚	比較例16	4.5 μ m	20 μ m	20 μ m	—
	実施例1	4.5 μ m	20 μ m	20 μ m	—
	実施例14	—	—	—	15 μ m
樹脂被膜 仕上がり	比較例16	良	不良	不良	—
	実施例1	不良	良	良	—
	実施例14	—	—	—	良

1コートで、厚膜+仕上がり良を得る為のスクリーン印刷コート条件としては、スクリーン印刷でコートされるメカニズムは明確になっていないので、本発明で厚膜になる理由は次のように考えられる。

スクリーンメッシュサイズを#250から#120に粗くし、塗布速度を25rpmから5rpmに遅くしても7 μ mの膜厚とするのが限界である。

したがって、厚膜化の為には、スクリーンメッシュサイズを粗くする事は必要条件ではあるが、十分条件ではない。基本的には、スクリーンメッシュサイズから1コートで押し出される印刷量は、スクリーンメッシュ内に保持される印刷剤量に比例し、ある程度まではメッシュサイズが粗いほど大きくなる。

スクリーンメッシュ内に保持された印刷剤がどれだけワーク側に移着するかは、印刷剤の特性による。すなわち、固形分の大きい組成は、厚膜化に向いているが（特殊な印刷）、レベリング性が劣り被膜の仕上がりは悪くなる（突起状になる）。本実施例のように固形分の少ない組成では、スキージ傾斜条件を付加する事で厚膜化が可能になる。

メッシュサイズ、スキージ角度、ワークの移動速度各々単独では、効果が小さくこれらの各要因の組合せで初めて実現することができるのである。具体的には、メッシュサイズ#80～120，スキージ角度0～90°，ワーク移動速度5～15rpmが好適である。

その理由としては、本実施例及び比較例のような摺動用の組成では、成分中に

含まれる固形分の割合が小さくて通常のスキージ等では、スクリーンメッシュから印刷剤が抜けて相手ワークに移着していかない。印刷剤が液主体の組成では、印刷剤がワークに引き寄せられる力よりも印刷剤がスクリーンにとどまろうとする力の方が大きくて、わずかしき移着しないので厚膜にならない。ところがスキージを傾斜させることで、主に、スクイーズ作用により半強制的に印刷剤がスクリーンメッシュから押し出されるので厚膜になる。さらに、液成分主体の組成特に本発明の場合では、レベリング性は良好なので塗膜の仕上がりが良くなる。

（スクリーン印刷された厚膜の密着性の評価）

本発明の実施例 14 の乾性被膜潤滑剤を、本発明条件（2）の方法を用いて表面粗さが十点平均粗さで $3.2 \mu\text{m Rz}$ の母材の摺動面に膜厚 $12 \mu\text{m}$ の厚膜でスクリーン印刷した。母材はアルミニウム合金製のテストピースを用いた。得られた各摺動部材について密着性試験を行った。密着性試験の試験方法は、上述の（3）密着試験に記載した方法で行った。

密着性試験の結果、密着性の評価は◎であり、スクリーン印刷された厚膜においても優れた密着性が得られた。

（スクリーン印刷された厚膜の平滑化の評価）

本発明の実施例 4 の乾性被膜潤滑剤を本発明条件（2）の方法を用いて種々の表面粗さの母材に膜厚 $12 \mu\text{m}$ の厚膜でスクリーン印刷した。母材はアルミニウム合金製のテストピースを用いた。

各母材の摺動面の表面粗さと、乾性被膜潤滑剤を被覆形成した被覆層の表面粗さを、表面粗さ計を用いて測定し、十点平均粗さ $\mu\text{m Rz}$ にて評価した。この平滑化試験の結果を図 5 に示す。

図 5 に示すように、本発明の実施例 14 の乾性被膜潤滑剤を本発明条件（2）の方法を用いてスクリーン印刷した場合、表面粗さは十点平均粗さで $0.5 \sim 1.0 \mu\text{m Rz}$ 付近に平滑化された。

請求の範囲

1. ポリアミドイミド樹脂と、エポキシシランおよびエポキシ樹脂から選ばれる少なくとも1種の塗膜改質剤と、窒化珪素およびアルミナから選ばれる少なくとも1種の硬質粒子と、を有することを特徴とする乾性被膜潤滑剤。

2. 前記塗膜改質剤はエポキシシランである請求項1に記載の乾性被膜潤滑剤。

3. さらに、ポリテトラフルオロエチレン、二硫化モリブデン、グラファイトから選ばれる少なくとも1種の固体潤滑剤を含む請求項1に記載の乾性被膜潤滑剤。

4. 母材と、該母材の摺動面に請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の前記乾性被膜潤滑剤を被覆形成した被覆層とを有し、該被覆層の表面粗さが十点平均粗さで $3\mu\text{m Rz}$ 以下であることを特徴とする摺動部材。

5. 前記母材の摺動面の表面粗さは十点平均粗さで $8\mu\text{m Rz}$ 以下である低摩擦係数の請求項4に記載の摺動部材。

6. 前記母材の摺動面は、超音波下で溶剤脱脂またはアルカリ脱脂され、および／またはウォータブラスト処理またはショットブラスト処理のいずれかにより鋭利な凹凸が形成されている請求項4または請求項5に記載の摺動部材。

7. 前記被覆層は、組成の異なる前記乾性被膜潤滑剤からなる2層もしくは3層で構成されている請求項4または請求項5に記載の摺動部材。

8. 母材と、該母材の摺動面に請求項1ないし請求項3に記載の乾性被膜潤滑剤を被覆形成した被覆層とを有し、該被覆層は、該母材の摺動面の少なくとも一部に $10\mu\text{m}$ 以上の厚膜で形成されていることを特徴とする摺動部材。

9. 前記被覆層はパターン印刷され、前記母材の摺動面の少なくとも一部に潤滑油の流れ方向に短冊形状に $15\mu\text{m}$ 以上の厚膜で形成されている低摩擦係数、高耐摩耗性の請求項8に記載の摺動部材。

10. 前記被覆層はスクリーン印刷で形成され、該スクリーン印刷は、スクリーンの目を $\#120$ 以下にし、スキージの接触角度を垂直もしくは垂直より傾斜させ、ワークの送り速度を 25rpm 以下にした条件で行われている請求項4から請求項9に記載の摺動部材。

11. 前記摺動部材は、ピストン、シムおよびクラッチから選ばれる請求項4または請求項5に記載の摺動部材。

図1

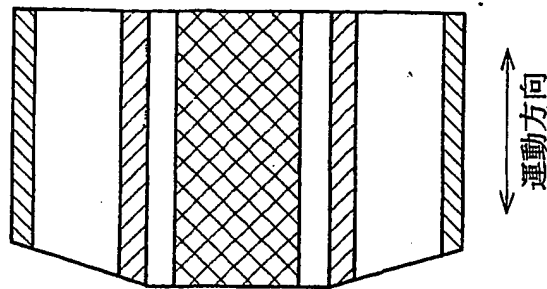


図2

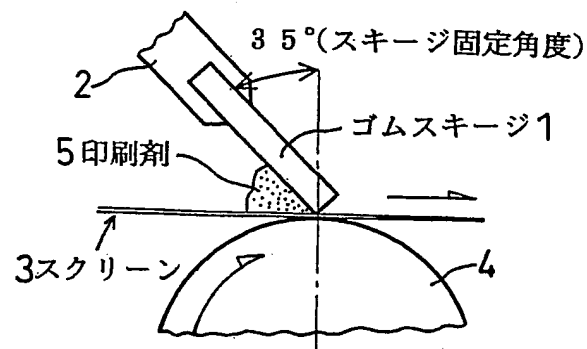


図3

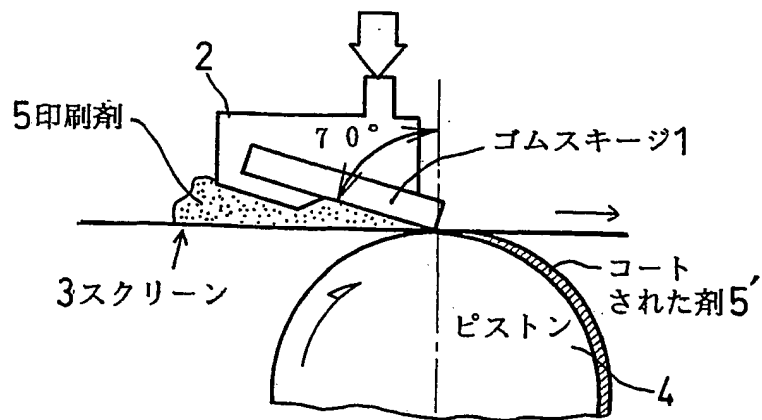


図4

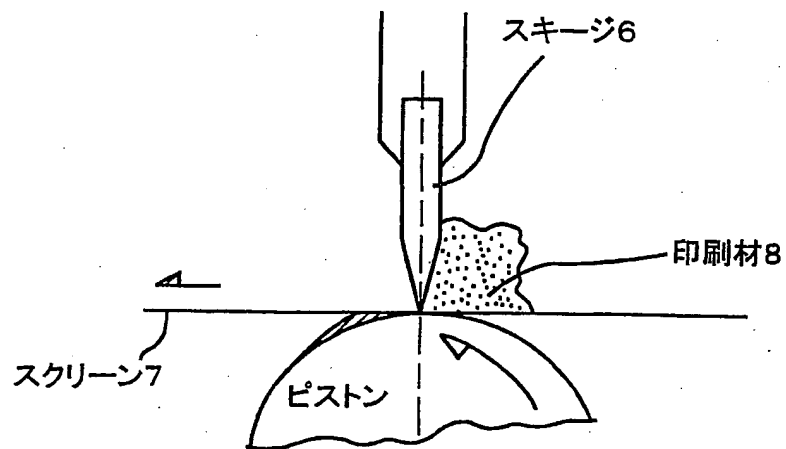
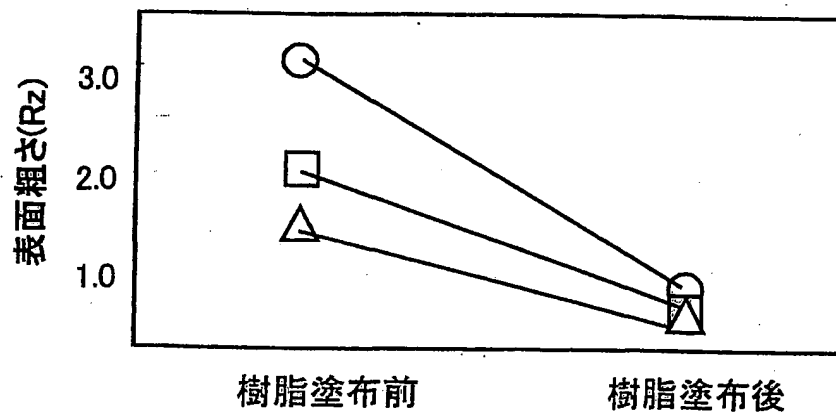


図5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/03887

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ C10M169/04// (C10M169/04, 103:02, 103:06, 107:38, 129:18, 139:04, 149:14), C10N10:06, 10:08, 10:12, 30:06, 40:02, 50:02, 80:00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ C10M169/04, 103/02, 103/06, 107/38, 129/18, 139/04, 149/14, C10N10:06-10:08, 10:12, 30:06, 40:02, 50:02, 80:00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2002
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2002	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2002

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 10-37962 A (Taiho Kogyo Co., Ltd., et al.),	1-3
Y	13 February, 1998 (13.02.98), Claims; Par. Nos. [0001], [0012], [0015] to [0016], [0019] (Family: none)	1-11
Y	JP 11-106775 A (Taiho Kogyo Co., Ltd.), 20 April, 1999 (20.04.99), Claims; Par. Nos. [0001], [0008] to [0009], [0012], [0017] to [0018], [0021] (Family: none)	1-11
Y	WO 92/1872 A1 (Taiho Kogyo Co., Ltd.), 06 February, 1992 (06.02.92), Claims; page 1, lines 5 to 7; page 3, lines 22 to 26; page 4, lines 3 to 4, 22 to 25; page 5, lines 1 to 9; table 1 & JP 4-83914 A & US 5525246 A	1-11

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
11 July, 2002 (11.07.02)

Date of mailing of the international search report
23 July, 2002 (23.07.02)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/03887

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 1-261514 A (Taiho Kogyo Co., Ltd.), 18 October, 1989 (18.10.89), Claims; page 3, lower left column, line 18 to lower right column, line 14; tables 1, 2 (Family: none)	1-11
Y	JP 2-178395 A (Taiho Kogyo Co., Ltd.), 11 July, 1990 (11.07.90), Claims; page 3, upper right column, line 4 to lower left column, line 1; page 11, upper right column, lines 11 to 19; table 3 (Family: none)	1-11
Y	JP 4-88209 A (Taiho Kogyo Co., Ltd.), 23 March, 1992 (23.03.92), Claims; page 1, lower right column, lines 7 to 14; page 4, upper right column, lines 10 to 13; table 5 (Family: none)	1-11
Y	JP 7-247493 A (Toyota Motor Corp., et al.), 26 September, 1995 (26.09.95), Claims; Par. No. [0001]; table 1 (Family: none)	1-11
Y	JP 2000-74136 A (Oiles Corp.), 07 March, 2000 (07.03.00), Claims; Par. No. [0014] (Family: none)	1-11
Y	JP 2000-230185 A (Oiles Corp.), 22 August, 2000 (22.08.00), Claims; Par. Nos. [0019] to [0025] (Family: none)	1-11
Y	JP 1-193068 A (Toyota Motor Corp.), 03 August, 1989 (03.08.89), Claims (Family: none)	9-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl. ⁷ C10M 169/04 //(C10M 169/04, 103:02, 103:06, 107:38, 129:18, 139:04, 149:14) C10N 10:06, 10:08, 10:12, 30:06, 40:02, 50:02, 80:00		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl. ⁷ C10M 169/04, 103/02, 103/06, 107/38, 129/18, 139/04, 149/14 C10N 10:06-10:08, 10:12, 30:06, 40:02, 50:02, 80:00		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの		
日本国実用新案公報 1922-1996年		
日本国公開実用新案公報 1971-2002年		
日本国登録実用新案公報 1994-2002年		
日本国実用新案登録公報 1996-2002年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 10-37962 A (大豊工業株式会社 外1名),	1-3
Y	1998.02.13, 特許請求の範囲, [0001], [0012], [0015] - [0016], [0019] (ファミリーなし)	1-11
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願 の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 11.07.02		国際調査報告の発送日 23.07.02
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 山本 昌広 電話番号 03-3581-1101 内線 3483

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 11-106775 A (大豊工業株式会社), 1999. 04. 20, 特許請求の範囲, [0001], [0008] - [0009], [0012], [0017] - [0018], [0021] (ファミリーなし)	1-11
Y	WO 92/1872 A1 (大豊工業株式会社), 1992. 02. 06, 請求の範囲, 第1頁第5-7行, 第3頁第22-26行, 第4頁第3-4行, 第4頁第22-25行, 第5頁第1-9行, 表1 & JP 4-83914 A & US 5525246 A	1-11
Y	JP 1-261514 A (大豊工業株式会社), 1989. 10. 18, 特許請求の範囲, 第3頁左下欄第18行-右下欄第14行, 第1表, 第2表 (ファミリーなし)	1-11
Y	JP 2-178395 A (大豊工業株式会社), 1990. 07. 11, 特許請求の範囲, 第3頁右上欄第4行-左下欄第1行, 第11頁右上欄第11-19行, 第3表 (ファミリーなし)	1-11
Y	JP 4-88209 A (大豊工業株式会社), 1992. 03. 23, 特許請求の範囲, 第1頁右下欄第7-14行, 第4頁右上欄第10-13行, 表5 (ファミリーなし)	1-11
Y	JP 7-247493 A (トヨタ自動車株式会社 外2名), 1995. 09. 26, 特許請求の範囲, [0001], 表1 (ファミリーなし)	1-11

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2000-74136 A (オイレス工業株式会社) , 2000. 03. 07, 特許請求の範囲, [0014] (ファミリーなし)	1-11
Y	JP 2000-230185 A (オイレス工業株式会社) , 2000. 08. 22, 特許請求の範囲, [0019] - [0025] (ファミリーなし)	1-11
Y	JP 1-193068 A (トヨタ自動車株式会社) , 1989. 08. 03, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	9-10